



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

HUBUNGAN PERBANDINGAN LAMA PENGADUKAN TERHADAP SETTING TIME DAN KEKUATAN KOMPRESI DENTAL STONE

SKRIPSI



DANU PRIANTO
1110342037

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015

HALAMAN PERSETUJUAN

HUBUNGAN PERBANDINGAN LAMA PENGADUKAN TERHADAP *SETTING TIME* DAN KEKUATAN KOMPRESI *DENTAL STONE*

Oleh :

DANU PRIANTO
1110342037

Skripsi ini telah disetujui dan diperiksa oleh Pembimbing Skripsi

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas

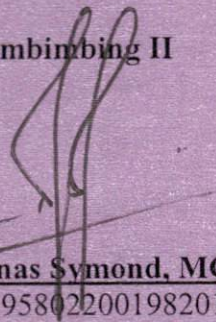
Padang, 30 Maret 2015
Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. drg. Nila Kasuma, M. Biomed
NIP. 197207202000122002

Pembimbing II



Denas Symond, MCN
NIP. 1958022001982011001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Andalas



Dr. dr. Afriwardi, Sp. KO, MA.
NIP. 196704211997021001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

HUBUNGAN PERBANDINGAN LAMA PENGADUKAN TERHADAP SETTING TIME DAN KEKUATAN KOMPRESI DENTAL STONE

Yang dipersiapkan dan dipertahankan oleh :

DANU PRIANTO

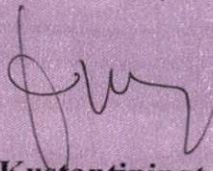
1110342037

Telah diuji dan dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Fakultas Kedokteran
Gigi Universitas Andalas pada tanggal 16 Februari 2015 dan dinyatakan telah
Memenuhi syarat untuk diterima

Padang, 30 Maret 2015

Menyetujui,

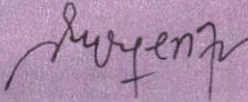
Penguji I



drg. Didin Kustantiningtyastuti, Sp. Ort

NIP. 196011161986032003

Penguji II



drg. Deli Mona, Sp. KG

NIP. 197105052002122003

Penguji III

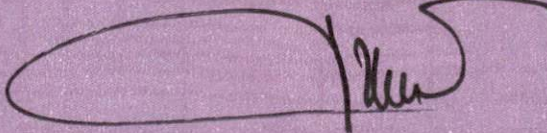


drg. Aida Fitriana, M. Biomed

NIP. 197709212005012002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Andalas



Dr. dr. Afriwardi, Sp. KO, MA.

NIP. 196704211997021001

SKRIPSI

**Judul Skripsi : HUBUNGAN PERBANDINGAN LAMA PENGADUKAN
TERHADAP *SETTING TIME* DAN KEKUATAN
KOMPRESI *DENTAL STONE***

Peminatan : Dental Material

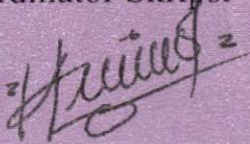
Data Mahasiswa

Nama lengkap : Danu Prianto
No. BP : 1110342037
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/ 13 November 1992
Tahun Masuk FKG Unand : 2011
Dosen PA : drg. Ivony Fitria
Jenis Penelitian : Eksperimen

Padang, 30 Maret 2015

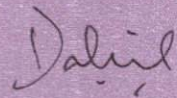
Diketahui oleh :

Koordinator Skripsi



Dr. drg. Nila Kasuma, M.Biomed
NIP. 197207202000122002

Mahasiswa Peneliti



Danu Prianto
No.Bp. 1110342037

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawahini :

Nama : Danu Prianto
No.Bp : 1110342037
Fakultas : Kedokteran Gigi
Angkatan : 2011
Jenjang : Sarjana

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul “Hubungan Perbandingan Lama Pengadukan Terhadap *Setting Time* dan Kekuatan Kompresi *Dental Stone*”.

Apabila terbukti bahwa saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat keterangan ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Padang, 30 Maret 2015

Danu Prianto

RIWAYAT HIDUP

I. Identitas

Nama : Danu Prianto
BP : 1110342037
Tempat/ Tanggal Lahir : Padang / 13 November 1992
JenisKelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Jl. Jati 6 no. 18, Padang
Email : dannallemo@yahoo.com

II. RiwayatPendidikan

1. TK Bundo Kanduang : 1997 - 1998
2. SDN 07 Bukittinggi : 1998 - 2004
3. SMPN 1 Bukittinggi : 2004 - 2007
4. SMAN 7Jakarta : 2007 - 2010
5. FKG Unand Padang : 2011 – sekarang

Padang, 30 Maret 2015

Danu Prianto

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS ANDALAS

Skripsi, Januari 2015

DANU PRIANTO

**HUBUNGAN PERBANDINGAN LAMA PENGADUKAN DENGAN
SETTING TIME DAN KEKUATAN KOMPRESI DENTAL STONE**

Isi + 50 halaman + 10 gambar + 6 tabel + 2 lampiran

ABSTRAK

Produk gipsum digunakan dalam bidang kedokteran gigi untuk membuat model studi dan model kerja dari rongga mulut serta struktur kranio-fasial dan sebagai piranti penting untuk pekerjaan laboratorium kedokteran gigi yang melibatkan pembuatan protesa gigi dan bidang ortodonti. Salah satu produk gipsum yang paling sering digunakan di bidang kedokteran gigi adalah *dental stone*. Sifat dan karakteristik *dental stone* adalah *setting time* dan kekuatan kompresi. Hal yang mempengaruhi *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone* diantaranya adalah lama pengadukan. *Dental stone* yang diaduk lebih lama akan meningkatkan *setting time* dan kekuatan kompresi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hubungan lama pengadukan dengan *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Material dan Struktur Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan jumlah sampel sembilan buah model *dental stone*, dengan masing-masing tiga perlakuan dengan lama pengadukan 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Pengukuran *setting time* dilakukan dengan alat *Vicat Penetrometer* dan pengukuran kekuatan kompresi dilakukan dengan alat *Compressive Strength Test*.

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan rata-rata *setting time* yang diaduk selama 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Kekuatan kompresi *dental stone* meningkat saat pengadukan selama 20 detik dan 40 detik, namun terjadi penurunan kekuatan kompresi *dental stone* saat diaduk selama 60 detik dibandingkan dengan pengadukan selama 40 detik. Hasil uji *One Way Anova* menunjukkan terdapat peningkatan bermakna *setting time* dan kekuatan kompresi yang diaduk lebih lama ($p < 0,05$).

Kesimpulan dari penelitian ini bahwa terbukti terdapat hubungan lama pengadukan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*.

Kata kunci : Gipsum, *dental stone*, *setting time*, kekuatan kompresi

DENTISTRY FACULTY OF ANDALAS UNIVERISTY

Script, Januari 2015

DANU PRIANTO

EFFECT OF MIXING TIME TO SETTING TIME AND COMPRESIVE STRENGTH OF DENTAL STONE

Contents + ... pages + 10 images + 6 tables + ... appendixes

ABSTRACT

Gypsum product used in dentistry to make study model and working model from oral cavity and cranio-facial structure, dan used in laboratory activity to make prosthodontics and orthodontics procedures. The most useful gypsum product type in dentistry is dental stone. The characteristics of dental stone is setting time and compressive strength. Factors that affect of setting time and compressive strength such as mixing time. Dental stone that mixed longer will increase setting time and compressive strength. The purpose of the study is to know the relationship between mixing time toward setting time and compressive strength of dental stone.

This research was conducted at Laboratory of Material and Stucture Civil Engineer Andalas University. The study was a laboratory experimental with nine sample which have three different treatment, which is 20 second, 40 second, and 60 second. The measurament of setting time was doing by Vicat Penetrometer and the measurament compressive strength was doing by Compressive Strength Test.

The result of the study showed increase of setting time which was mixed 20 second, 40 second and 60 second. The compressive strength of dental stone increase when the mixing time 20 second and 40 second, but there was a decrease of compressive strength which was mixed 60 second. One Way Anova showed that there were significant increase of setting time and compressive strength which was mixed longer ($p, 0,05$).

The conclusion of this research is there is relationship between mixing time toward setting time and compressive strength.

Keywords : *Gypsum, dental stone, setting time, compressive strength*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya kepada peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan usulan penelitian ini dengan judul **“Hubungan Perbandingan Lama Pengadukan terhadap *Setting Time* dan Kekuatan Kompresi *Dental Stone*”**. Usulan penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk melaksanakan penelitian Proposal Sarjana Kedokteran Gigi di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas Padang. Dalam proses penyelesaian usulan penelitian ini tidak lepas dari pihak – pihak yang telah membantu dan mendukung penulis. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr.dr. Afriwardi, Sp.Ko, MA selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas,
2. Ibu Dr. drg. Nila Kasuma, M. Biomed selaku Pembimbing I, dan Bapak Denas Symond, MCN selaku Pembimbing II yang telah memberikan masukan ilmu pengetahuan, saran, serta kritikan yang membangun dan memberikan pengarahan kepada penulis untuk menyelesaikan usulan penelitian ini.
3. Drg. Didin Kustantiningtyastuti, Sp. Orth, selaku penguji III yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap usulan penelitian ini.

5. Drg. Aida Fitriana, M. Biomed selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap usulan penelitian ini.
6. Para dosen dan staf akademik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang ikut membantu dalam penyelesaian dalam proposal ini.
7. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian proposal ini.

Penulis berharap proposal ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, bagi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas, mahasiswa dan dokter gigi, dan pihak lain yang berkepentingan. Penulis menyadari bahwa penulisan proposal ini masih banyak kekuarangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan sebagai masukan.

Padang, 2 Februari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFRAT GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.3.1. Tujuan Umum	6
1.3.2. Tujuan Khusus	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	7

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gypsum Kedokteran Gigi	8
2.1.1. Klasifikasi Gypsum	9
2.1.2. Plaster dan <i>Dental Stone</i>	13
2.1.3. Reaksi Pengerasan	15
2.1.4. Perbandingan Air dan Bubuk	16
2.2. Efek Pengadukan	18
2.3. <i>Setting Time</i>	20
2.3.1. Ciri-ciri Siap Digunakan	22
2.3.2. Pengendalian <i>Setting Time</i>	23
2.4. Kekuatan Kompresi	25
2.5. Kerangka Teori	27

2.6. Penjelasan Kerangka Teori.....	28
-------------------------------------	----

BAB 3. KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1. Kerangka Konseptual Penelitian	29
3.2. Identifikasi Variabel.....	30
3.3. Defenisi Operasional	30

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1. Desain Penelitian.....	33
4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	33
4.3. Sampel	33
4.3.1. Sampel	33
4.3.2. Besar Sampel	33
4.4. Alat dan Bahan	34
4.5. Prosedur Penelitian.....	35
4.6. Pengolahan Data.....	37
4.7. Teknik dan Analisis Data	38
4.8. Alur Penelitian.....	39

BAB 5. HASIL PENELITIAN

5.1 Gambaran Umum.....	40
5.2 Hasil Ekperimen	40
5.3 Hasil Analisa Data	41

BAB 6. PEMBAHASAN

6.1 Keterbatasan Penelitian.....	46
----------------------------------	----

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan	50
7.2 Saran	51

KEPUSTAKAAN

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Efek perbandingan Air dan Bubuk dan Waktu pengadukan Terhadap Setting Time <i>Dental Stone</i>	17
Tabel 2.2	Efek W:P Rasio dan Waktu Pengadukan pada Kekuatan <i>Dental Stone</i>	26
Tabel 5.1	Rata-rata lama pengadukan terhadap <i>setting time dental stone</i>	42
Tabel 5.2	Rata-rata lama pengadukan terhadap kekuatan kompresi <i>dental stone</i>	43
Tabel 5.3	Hasil uji beda lanjut <i>Least Significant Difference</i> (LSD) lama pengadukan 20 detik, 40 detik dan 60 detik terhadap <i>setting time</i>	44
Tabel 5.4	Hasil uji beda lanjut <i>Least Significant Difference</i> (LSD) lama pengadukan 20 detik, 40 detik dan 60 detik terhadap kekuatan kompresi.....	44

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 : <i>Impression Plaster</i>	9
Gambar 2.2 : <i>Plaster Of Paris</i>	10
Gambar 2.3 : <i>Dental Stone</i>	11
Gambar 2.4 : <i>Die Stone Tipe IV</i>	12
Gambar 2.5 : <i>Die Stone Tipe V</i>	13
Gambar 2.6 : Partikel α Hemihidrat.....	14
Gambar 2.7 : Partikel β Hemihidrat	15
Gambar 2.8 : Alat Pengadukan Manual.....	19
Gambar 2.9 : Pengadukan Manual diatas <i>Vibrator</i>	20
Gambar 2.10 : Model Berporus.....	20

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Hasil olah data SPSS

Lampiran 2 : Foto alat penelitian

Lampiran 3 : Surat izin penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dental stone merupakan salah satu bahan cor di bidang kedokteran gigi yang berbahan dasar gipsum. Gipsum adalah salah satu mineral yang sangat vital digunakan di dunia kedokteran gigi. Produk gipsum digunakan dalam kedokteran gigi untuk membuat model studi dan model kerja dari rongga mulut serta struktur kranio-fasial dan sebagai piranti penting untuk pekerjaan laboratorium kedokteran gigi yang melibatkan pembuatan protesa gigi. Dalam kedokteran gigi, replika dari jaringan keras dan jaringan lunak digunakan untuk diagnosa dan rencana perawatan dari suatu keadaan patologis yang menyimpang dari normalnya. Replika ini disebut dengan model studi, casts, atau die. Masing-masing dari replika ini memiliki tujuan khusus dalam kegiatan kedokteran gigi (Anusavice KJ, 2003).

Menurut *Internasional Organization for Standarization*, gipsum di klasifikasikan ke dalam lima tipe. Tipe I adalah *Dental plaster* yang biasa digunakan untuk pencetakan. Tipe II adalah *Dental plaster* untuk pembuatan model studi. Tipe III adalah *Dental stone* untuk pembuatan model kerja. Tipe IV adalah *Dental stone* untuk pembuatan die, dengan kekuatan besar dan ekspansi

rendah. Tipe V adalah *Dental stone* untuk pembuatan die, kekuatan besar namun memiliki ekspansi tinggi (Anusavice KJ, 2003).

Tipe-tipe gipsum mempunyai kegunaan dalam praktik kedokteran gigi. Gipsum tipe 1 berguna untuk membuat cetakan bagi pasien yang edentulous. Gipsum tipe 2 berguna untuk pembuatan model studi. Gipsum tipe 3 berguna untuk pembuatan model kerja baik untuk pembuatan protesa ataupun pembuatan alat orthodonti. Gipsum tipe 4 dan 5 lebih sering digunakan dalam pembuatan die ataupun logam cor untuk pembuatan mahkota gigi (Craig RG *et al*, 2000 ; Anusavice KJ, 2003).

Kandungan utama *dental stone* adalah kalsium sulfat hemihidrat (CaSO_4)₂.H₂O. Reaksi kimia pertama kali dapat terjadi saat proses pencampuran bubuk gipsum dengan air. Pada saat hemihidrat diaduk dengan air, terbentuklah suatu suspensi semifluid yang dapat dimanipulasi. Hemihidrat melarut sampai terbentuk larutan jenuh sehingga dihidrat mengendap. Reaksi ini akan terus berlanjut sampai tidak ada lagi dihidrat yang mengendap dari larutan. Produk yang dihasilkan berupa campuran hemihidrat dan air yang memadat dan selanjutnya disebut dihidrat. Selama proses pengerasan material tersebut akan mengeluarkan panas. Panas yang terjadi selama proses setara dengan panas yang digunakan selama proses pengapuran (Craig RG *et al*, 2000 ; Anusavice KJ, 2003 ; McCabe JF dan Walls AWG, 2008).

Proses pengerasan *dental stone* hingga menjadi suatu model kerja atau model studi dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah *setting time*. *Setting time* merupakan waktu yang dibutuhkan mulai dari proses pencampuran

air dan bubuk hingga bahannya menjadi keras. Hal-hal yang mempengaruhi kecepatan *setting time* adalah suhu, lama pengadukan, penambahan akselerator dan retarder, serta perbandingan air dan bubuk (Anusavice KJ, 2003 ; McCabe JF dan Walls AWG, 2008).

Salah satu faktor yang dapat mengendalikan *setting time* adalah lama pengadukan. Ketika bubuk *dental stone* diberi air, reaksi kimia dimulai dan kalsium sulfat dihidrat terbentuk. Selama proses pengadukan struktur kalsium sulfat dihidrat dipecah menjadi kristal dihidrat yang lebih kecil dan memiliki inti yang baru, dimana pengendapan kalsium sulfat dihidrat dipercepat. Peningkatan kecepatan pengadukan dapat merubah kalsium sulfat hemihidrat menjadi kalsium sulfat dihidrat lebih cepat sehingga *setting time* yang dibutuhkan pun menjadi lebih kecil (Craig RG *et al*, 2000 ; Gladwin Marcia dan Bagby Michael, 2013).

Lama pengadukan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengaduk adonan *dental stone* menjadi halus dan homogen. Lama pengadukan harus diperhatikan karena semakin lama waktu adukan maka akan semakin cepat adonan *dental stone* mengeras, sebaliknya waktu pengadukan yang lebih cepat membuat adukan lebih lama mengeras. Hal ini harus diperhatikan karena waktu kerja akan jauh lebih cepat dan efisien jika sebagai praktisi kedokteran gigi, kita dapat mengatur waktu pengadukan menjadi lebih baik (Hatrack DC *et al*, 2011).

Pengadukan *dental stone* selama proses manipulasi dapat dilakukan dengan dua metode yaitu pengadukan dengan tangan menggunakan *rubber bowl* plastis dan spatula atau *hand mixing*, serta pengadukan menggunakan alat *vacuum mixing*. Teknik pengadukan dengan tangan dilakukan dengan gerakan memutar

dalam rentang waktu satu menit. Pengadukan yang berhasil akan membentuk adonan semifluid yang lembut dan homogen dan dapat dicapai dengan gerakan menekan adonan ke dinding-dinding rubber bowl untuk mengurangi gumpalan dan gelembung udara (Craig RG *et al*, 2000 ; Gladwin Marcia dan Bagby Michael, 2013 ; Powers JM dan Sakaguchi RL, 2006).

Pengadukan dengan *vacuum mixing* memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan pengadukan secara manual dengan tangan. Pengadukan menggunakan *vacuum mixing* dapat mengurangi gelembung udara yang terperangkap selama manipulasi karena adanya getaran yang dihasilkan oleh mesin. Penuangan bubuk *dental stone* kedalam *vacuum mixing* harus diperhatikan dengan cermat. Penuangan dilakukan sedikit demi sedikit untuk menghindari terperangkapnya gelembung udara (Craig RG *et al*, 2000 ; Powers JM dan Sakaguchi RL, 2006).

Kekuatan kompresi juga sangat menentukan sebagai kualitas akhir dari suatu model *dental stone*. Suatu model studi atau model kerja yang baik adalah model gipsium yang tahan terhadap abrasi dan memiliki kekuatan yang tinggi. Hal yang memengaruhi kekuatan kompresi *dental stone* adalah perbandingan air dan bubuk serta lama pengadukan. Pengadukan *dental stone* dengan *vacuum mixing* menghasilkan model yang lebih keras dibandingkan model yang dihasilkan dari pengadukan secara manual dengan tangan, tetapi kekuatan kompresi yang dihasilkan tidak jauh berbeda (Craig RG *et al*, 2000 ; Gladwin Marcia dan Bagby Michael, 2013 ; Azer S. Shereen *et al*, 2008).

Kekuatan produksi gypsum umumnya dinyatakan dalam istilah kekuatan kompresi atau *compressive strength*. Kekuatan *dental stone* meningkat dengan

cepat begitu bahan mengeras setelah waktu pengerasan awal. Waktu dan lama pengadukan mempengaruhi kekuatan kompresi *dental stone*. Umumnya waktu pengadukan yang lebih lama akan meningkatkan kekuatan kompresi. Waktu pengadukan yang dianjurkan untuk pengadukan manual adalah selama satu menit, sedangkan waktu pengadukan yang dianjurkan untuk pengadukan dengan *vacuum mixing* adalah selama 20-30 detik. Penambahan waktu pengadukan yang melebihi waktu yang dianjurkan akan membuat kekuatan kompresi *dental stone* menurun. Hal ini dikarenakan kristal dihidrat yang telah terbentuk akan terputus lagi oleh spatula pengaduk. (Rajesh V *et al*, 2008 ; Marwahyudi, 2011).

Dari penjelasan diatas, terdapat keterkaitan antara lama pengadukan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi model yang dihasilkan. Asumsinya adalah apabila lama pengadukan semakin tinggi, maka *setting time* yang dibutuhkan semakin sedikit dan menghasilkan kekuatan kompresi yang berbeda. Kekuatan kompresi yang tepat berguna untuk tahapan selanjutnya di dalam praktek laboratoris kedokteran gigi. Berdasarkan masalah diatas secara laboratoris maka peneliti ingin mengetahui hubungan yang terdapat pada perbandingan lama pengadukan dengan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka di dapatkanlah rumusan masalahnya adalah bagaimanakah hubungan perbandingan lama pengadukan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone* ?

1.3 Tujuan penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui hubungan perbandingan lama pengadukan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengetahui perbandingan lama pengadukan selama 20 detik, 40 detik dan 60 detik dengan *setting time dental stone*.
- b. Mengetahui perbandingan lama pengadukan selama 20 detik, 40 detik dan 60 detik dengan kekuatan kompresi *dental stone*.
- c. Mengetahui hubungan perbandingan lama pengadukan selama 20 detik, 40 detik dan 60 detik terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Bagi peneliti, dapat menambah wawasan, mengaplikasikan dan mengembangkan ilmu yang sudah di dapatkan selama perkuliahan
- b. Bagi lingkungan tempat penelitian seperti dokter gigi dan mahasiswa kedokteran gigi, dapat menjadi tambahan pengetahuan dan dapat mengaplikasikan dalam praktik kedokteran gigi sehari-hari agar waktu kerja lebih efisien dan menghasilkan model replika gigi yang bagus dan berkualitas, sehingga dapat memperoleh mutu kualitas yang tepat, akurat dan harmonis dalam tahap kerja selanjutnya di kedokteran gigi.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini adalah tentang hubungan perbandingan lama pengadukan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Fakultas Kedokteran Gigi dan Laboratorium Material dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas. Sampel penelitian ini adalah model *dental stone*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gypsum Kedokteran Gigi

Gypsum adalah mineral yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi untuk pembuatan model studi dan model kerja dari rongga mulut serta struktur maksilo-fasial, dan sebagai piranti penting untuk pekerjaan laboratorium kedokteran gigi, yang melibatkan pembuatan protesa gigi dan piranti ortodonti. Penggunaan gypsum di kedokteran gigi telah meluas tidak hanya digunakan untuk pembuatan model studi dan model kerja saja, tetapi gypsum juga digunakan sebagai bahan tanam dalam pembuatan logam campur. Spesifikasi *American Dental Association* (ADA) No. 2 mengelompokkan produk gypsum menjadi tiga jenis bahan tanam sesuai dengan jenis pesawat yang akan dibuat (Anusavice KJ, 2003 ; Gladwin Marcia dan Bagby Michael, 2013).

Secara kimiawi, gypsum yang dihasilkan untuk tujuan kedokteran gigi adalah kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) murni. Penggunaan gypsum dalam kedokteran gigi telah meluas. Penggunaan bahan gypsum diperlihatkan dalam membuat model gigi tiruan. Sebelumnya, gypsum tipe *plaster of paris* dijadikan sebagai bahan cetak bagi pasien yang tak bergigi. Campuran *plaster of paris* dan air ditempatkan dalam sendok cetak dan ditekan pada jaringan rahang. Plaster dibiarkan mengeras dan kemudian cetakan dikeluarkan sehingga didapatkanlah teraan negatif dari struktur rahang pasien (Anusavice KJ, 2003 ; Powers JM dan Sakaguchi RL, 2006).

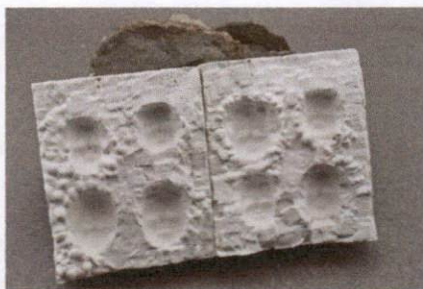
Tahapan selanjutnya adalah mengisi cetakan negatif yang didapat dengan bahan gipsum lain yang dikenal dengan *dental stone*. Sama seperti *plaster of paris*, pembuatan model dengan *dental stone* diaduk dengan air, dituang dalam cetakan dan dibiarkan mengeras sehingga didapatkanlah teraan positif dari model rahang yang dapat digunakan sebagai bahan studi dan bahan untuk pembuatan laboratorium (Anusavice KJ, 2003 ; Powers JM dan Sakaguchi RL, 2006).

2.1.1 Klasifikasi Bahan Gipsum

Berbagai jenis produk gipsum yang terdaftar oleh Spesifikasi ADA No. 25, dan sifat yang dihasilkan masing-masing. Terdapat lima tipe produk gipsum, yaitu:

1. Gipsum tipe 1 (*impression plaster*)

Bahan cetak ini terdiri dari *plaster of paris* yang ditambahkan zat tambahan untuk mengatur waktu pengerasan. Plaster cetak jarang digunakan lagi untuk mencetak dalam kedokteran gigi karena telah digantikan oleh bahan yang lebih plastis seperti hidrokoloid dan elastomer. Plaster ini terbatas penggunaannya karena hanya dapat mencetak rahang yang tak bergigi (Anusavice KJ, 2003).



Gambar 2.1 *Impression Plaster* (chinamedika.viomed product 25)

2. Gypsum tipe 2 (*plaster of paris*)

Plaster model ini sekarang digunakan untuk mengisi kuvet dalam pembuatan protesa bila ekspansi pengerasan tidaklah penting dan kekuatan cukup, sesuai batasan yang disebutkan dalam spesifikasi. Biasanya dipasarkan dalam warna putih alami, berbeda dengan *dental stone* yang umumnya berwarna (Anusavice KJ, 2003).



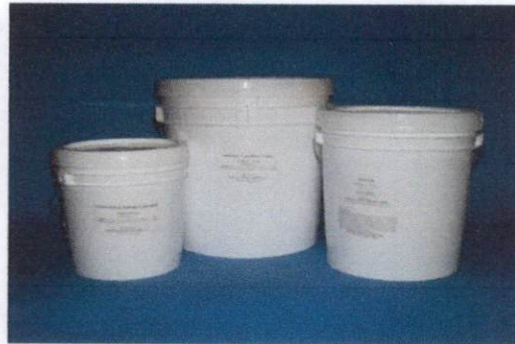
Gambar 2.2 *Plaster of Paris* (Bugby A, 2008)

3. Gips dental tipe 3 (*dental stone*)

Pada tahun 1930 satu peristiwa penting terjadi, yaitu ketika α -gypsum ditemukan dan diperkenalkan di kedokteran gigi. Dikombinasikan dengan kemajuan dari bahan cetak hidrokoloid, dan dibuat dalam suatu otoklaf, terbentuklah suatu kristalisasi kalsium sulfat hemihidrat yang lebih bermutu dan lebih keras.

Dental stone memiliki kekuatan kompresi minimal 1 jam sebesar 20,7 MPa (3000 psi), tetapi tidak melebihi 34,5 Mpa (5000 psi). Bahan ini ditujukan untuk pengecoran dalam membentuk gigi tiruan penuh yang cocok dengan jaringan lunak. *Dental stone* lebih digunakan untuk pembuatan model yang

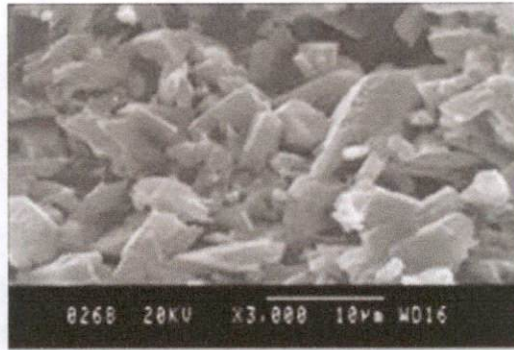
digunakan pada konstruksi protesa, karena *dental stone* memiliki kekuatan yang cukup serta protesa lebih mudah dikeluarkan setelah proses selesai (Anusavice KJ, 2003).



Gambar 2.3 *Dental Stone* (Aiden MK, 2013)

4. Gypsum tipe 4 (*die stone, high strength, low expansion*)

Persyaratan utama bagi bahan *stone* untuk pembuatan *die* adalah kekuatan, kekerasan, dan ekspansi yang minimal yang semuanya dimiliki oleh gips tipe 4 ini. Untuk memperoleh kekuatan dan kekerasan pada dental stone tipe IV, digunakan α -hemihidrat dari jenis *densite*. Partikel-partikel berbentuk kuboidal serta permukaan yang lebih kecil menghasilkan sifat kekuatan dan kekerasan tersebut tanpa menyebabkan pengentalan adukan. Diperlukan permukaan keras bagi suatu *die* yang terbuat dari *stone*, karena preparasi kavitas diisi dengan malam dan diukir sehingga selaras dengan tepi-tepi *die*. Untuk itu *stone* harus tahan terhadap abrasi. Rata-rata kekerasan kering *stone* tipe 4 kurang lebih 92 (kekerasan rockwell) (Anusavice KJ, 2003).



Gambar 2.4 *Die Stone High Strength* (Craig's RG, 2000)

5. Gypsum tipe 5 (*die stone, high strength, high expansion*)

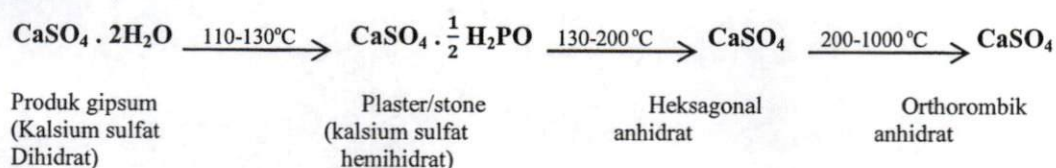
Gips tipe 5 merupakan produk gipsum yang dibuat akhir-akhir ini dan memiliki kekuatan kompresi yang lebih tinggi dibandingkan *stone* tipe 4. Kekuatan yang tinggi ini diperoleh dengan menurunkan lebih jauh W:P rasio. Sebagai dampaknya ekspansi pengerasan ditingkatkan dari maksimal yakni sebesar 0,1-0,3. Alasan peningkatan batasan ekspansi pengerasan disebabkan karena logam campur yang baru, seperti basis logam, mengalami pengerutan yang lebih besar pada proses casting, jadi dibutuhkan ekspansi yang lebih tinggi pada *stone* untuk mengimbangi pengerutan yang besar pada proses pemadatan logam campur (Anusavice KJ, 2003).



Gambar 2.5 *Die Stone High Strength* (Harish Bowmann, 2001)

2.1.2 Plaster dan Dental Stone

Produksi kalsium sulfat hemihidrat merupakan hasil pengapuran sulfat dihidrat atau gipsum. Secara komersial, gipsum dihaluskan dan dipaparkan terhadap temperatur $110^{\circ}\text{--}120^{\circ}\text{C}$, untuk mengeluarkan bagian dari kristalisasi. Ini berhubungan dengan tahap pertama dalam reaksi (1). Pada saat temperatur ditingkatkan, sisa air dari kristalisasi dikeluarkan dan terbentuk produk seperti yang diinginkan.¹ Reaksi diatas dinyatakan sebagai berikut :



Kandungan utama plaster dan *dental stone* adalah kalsium sulfat hemihidrat. Bergantung pada metode pengapuran, bentuk hemihidrat yang berbeda dapat diperoleh berupa α hemihidrat dan β hemihidrat. Perbedaan antara α hemihidrat dan β hemihidrat adalah perbedaan hasil ukuran kristal, daerah permukaan, dan derajat kesempurnaan kisi. Bentuk β hemihidrat merupakan agregasi fibrus dari kristal halus dengan pori kapiler, semetara bentuk α hemihidrat terdiri dari fragmen dan kristal yang mengelupas dalam bentuk tongkat atau prisma (Craig RG, 2000 ; Anusavice KJ, 2003).

Gipsum dipanaskan sampai temperatur seperti yang ditunjukkan pada reaksi nomor 1 akan terbentuk kristal hemihidrat, dapat dilihat pada gambar, kristal β hemihidrat memiliki ciri-ciri spons yang tidak teratur. Berbeda dengan kristal α hemihidrat yang lebih padat dan mempunyai bentuk prismatic. Partikel α

hemihidrat inilah yang terdapat pada stone gigi tipe III, IV, dan V. Pada saat α hemihidrat dicampur dengan air, akan dihasilkan produk yang lebih kuat dan lebih keras dibandingkan β hemihidrat (Craig RG, 2000 ; Anusavice KJ, 2003).



Gambar 2.6 Partikel α Hemihidrat (Anusavice KJ, 2003)

Alasan utama dari perbedaan ini adalah α hemihidrat memerlukan lebih sedikit air dibandingkan dengan yang dibutuhkan oleh β hemihidrat. β hemihidrat lebih banyak membutuhkan air untuk mengembangkan patikel bubuknya sehingga dapat diaduk, karena bentuk dari kristal nya yang tidak teratur dan bersifat porus (Craig RG, 2000 ; Anusavice KJ, 2003).

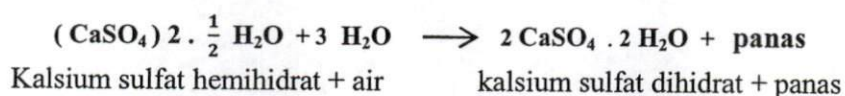


Gambar 2.7 Partikel β Hemihidrat (Anusavice KJ, 2003)

Faktor utama dalam menentukan banyaknya air yang diperlukan selain ukuran partikel dan total daerah permukaan adalah penyebaran ukuran partikel. Penggilingan partikel setelah persiapan hemihidrat dapat menghilangkan kristal-kristal yang menyerupai jarum dan memberikan karakteristik produk yang lebih baik, sehingga mengurangi jumlah air yang dibutuhkan. Adhesi antar partikel hemihidrat juga merupakan faktor yang menentukan banyaknya air yang dibutuhkan. Dari uraian diatas, jelas bahwa produk gipsum memerlukan jumlah air yang berbeda-beda dan perbedaan ini diperhitungkan untuk bentuk dan kekompakan kristal (Anusavice KJ, 2003 ; Powers JM dan Sakaguchi RL, 2006)

2.1.3 Reaksi Pengerasan Produk Gypsum

Reaksi 1 menggambarkan urutan pengapuran kalsium sulfat dihidrat menjadi kalsium sulfat hemihidrat, yakni bahan awal yang digunakan untuk membuat model studi dan model kerja, *die* dan *plaster* cetak. Reaksi ini dapat dibalikkan menjadi :



Produk dari reaksi tersebut adalah model kerja atau model studi, dan panas yang terjadi adalah reaksi eksotermik yang setara dengan panas yang digunakan sebelumnya dalam proses pengapuran. Ketika hemihidrat diaduk dengan air, terbentuk suatu suspensi cair dan dapat dimanipulasi. Partikel hemihidrat melarut sampai terbentuk larutan jenuh. Larutan jenuh ini membuat partikel dihidrat

mengendap. Pada saat partikel dihidrat mengendap larutan tidak lagi jenuh, sehingga proses pengendapan dihidrat terus berlanjut dengan baik dalam bentuk kristal baru. Reaksi terus berlanjut sampai semua partikel dihidrat mengendap (Anusavice KJ, 2003 ; Powers JM dan Sakaguchi RL, 2006).

Dental stone memiliki kekuatan yang rendah pada jam pertama yang disebut dengan kekuatan basah. Angka kekuatan ini akan meningkat pada saat bahan mengering dan akan berlipat ganda dalam seminggu. Begitu jumlah kristalisasi gipsum meningkat selama periode pengerasan, massa menebal karena pembentukan kristal serupa jarum. Bila perbandingan air dan bubuk yang digunakan lebih rendah, kristal yang terbentuk akan menjadi lebar dan membentuk massa yang kuat dan padat (Anusavice KJ, 2003 ; Craig RG, 2000 ; Powers JM dan Sakaguchi RL, 2006 Ghandi Nitasha *et al*, 2013)

2.1.4 Perbandingan air dan bubuk

Perbandingan air dan bubuk atau dikenal dengan *water and powder ratio*, adalah perbandingan jumlah air dan bubuk yang digunakan untuk menghasilkan suatu model dalam kedokteran gigi. Banyaknya air dan bubuk harus diukur secara akurat sesuai dengan instruksi pabrik. Misalnya perbandingan air dan bubuk adalah 0,6, ini berarti 100 gr bubuk dicampur dengan 60 ml air. Perbandingan air dan bubuk adalah faktor penting dalam menentukan sifat fisik dan kimia dari model yang dibuat. Semakin tinggi perbandingan air dan bubuk yang dipakai maka akan semakin lama waktu pengerasan dan semakin lemah model yang dihasilkan. Perbandingan air dan bubuk yang digunakan dalam setiap produk gipsum adalah

bervariasi sesuai tipe dan jenis gipsum yang diproduksi oleh suatu pabrik (Anusavice KJ, 2003).

Tabel 2.1 Efek perbandingan Air dan Bubuk dan Waktu pengadukan Terhadap Setting Time *Dental Stone* (Anusavice KJ, 2008)

Efek W:P Rasio dan Waktu pengadukan Terhadap Setting Time <i>Dental Stone</i>			
No	W:P Rasio	Waktu Pengadukan (menit)	Setting Time (menit)
1	0,45	0,5	5,25
2	0,45	1,0	3,25
3	0,60	1,0	7,25
4	0,60	2,0	4,50
5	0,80	1,0	10,50
6	0,80	2,0	7,75

Hal mendasar dari perbedaan jumlah air yang digunakan untuk pengadukan *plaster*, *dental stone*, dan *dental stone* berkekuatan tinggi adalah bentuk dan ukuran dari kristal klasium sulfat hemihidrat. Beberapa kristal kalsium sulfat hemihidrat berbentuk tidak teratur dan memiliki porus, seperti kristal pada model *plaster*. Sementara kristal pada *dental stone* dan *dental stone* berkekuatan tinggi lebih kompak dan berbentuk lebih teratur. Perbedaan dari bentuk dan ukuran dari kristal ini memungkinkan penggunaan air yang lebih sedikit pada *dental stone* dan *dental stone* berkekuatan tinggi dibandingkan dengan *plaster* (Anusavice KJ, 2003 ; Taqa A Amer *et al*, 2012).

2.2 Efek Pengadukan

Proses pencampuran bubuk dan air harus dilakukan pengadukan dengan cara yang benar untuk mendapatkan hasil adukan yang halus dan tidak berbutir. Selama proses pengadukan struktur kalsium sulfat dihidrat dipecah menjadi kristal dihidrat yang lebih kecil dan memiliki inti yang baru, dimana pengendapan kalsium sulfat dihidrat dipercepat. Peningkatan kecepatan pengadukan dapat merubah kalsium sulfat hemihidrat menjadi kalsium sulfat dihidrat lebih cepat sehingga waktu setting yang dibutuhkan pun menjadi lebih kecil (Craig RG dan Powers JM, 2000 ; McCabe JF dan Walls AWG, 2008).

Pengadukan *dental stone* selama proses manipulasi dapat dilakukan dengan dua metode yaitu pengadukan dengan tangan menggunakan *rubber bowl* plastis dan spatula atau *hand mixing*, serta pengadukan menggunakan alat *vacuum mixing* (Gladwin Marcia *et al*, 2013)

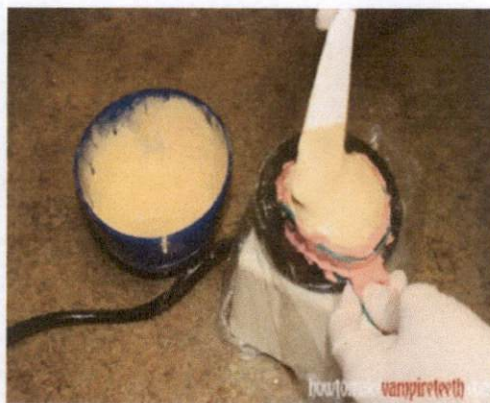


Gambar 2.8 Alat Pengadukan Manual (cobradenta//product344)

Bila mengaduk dengan tangan menggunakan spatula, mangkuk pengaduk haruslah berbentuk parabola yang elastis, halus, dan tahan terhadap abrasi. Sementara, spatula harus memiliki bilah yang kaku serta pegangan yang nyaman.

Pengadukan secara manual dengan tangan dan menggunakan alat vibrator dapat membantu menghilangkan udara yang terjebak dalam adonan yang nantinya akan mengakibatkan porus pada model. Pengadukan harus terus berlangsung sampai didapatkan adonan yang halus dan tidak bergumpal (Anusavice KJ, 2003).

Teknik pengadukan dengan tangan dilakukan dengan gerakan memutar dalam rentang waktu 1 menit. Pengadukan yang berhasil akan membentuk adonan semifluid yang lembut dan homogen dan dapat dicapai dengan gerakan menekan adonan ke dinding-dinding rubber bowl untuk mengurangi gumpalan dan gelembung udara (Craig RG dan Powers JM, 2000 ; Anusavice KJ, 2003).



Gambar 2.9 Pengadukan Secara Manual Diatas Vibrator
(ebay.co.uk)

Pengadukan dengan *vacuum mixing* memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan pengadukan secara manual dengan tangan. Pengadukan menggunakan *vacuum mixing* dapat mengurangi gelembung udara yang terperangkap selama manipulasi karena adanya getaran yang dihasilkan oleh mesin. Penuangan bubuk *dental stone* kedalam *vacuum mixing* harus diperhatikan dengan cermat. Penuangan dilakukan sedikit demi sedikit untuk menghindari terperangkapnya

gelembung udara (Craig RG dan Powers JM, 2000 ; Abbas M. Shorouq, 2009 ; Azer S. Shereen *et al*, 2008).



Gambar 2.10 Model Berporus (Marwahyudi, 2011)

Metode pengadukan yang baik, baik menggunakan mesin atau pengadukan manual adalah dengan cara menakar air dan bubuk yang benar. Sebaiknya air terlebih dahulu dituangkan kedalam mangkuk pengaduk barulah ditambahkan bubuk. Kebiasaan menambahkan air dan bubuk yang berulang-ulang haruslah dihindari. Hal tersebut menyebabkan ketidakseragaman pengerasan dalam massa adukan, menghasilkan kekuatan yang rendah dan distorsi (Anusavice KJ, 2003 ; Craig RG dan Powers JM, 2000).

2.3 *Setting time dental stone*

Waktu yang dibutuhkan mulai dari bubuk gipsum berkontak dengan air sampai reaksi pengerasan akhir disebut dengan *final setting time*. Jika jangka waktu reaksi yang sangat cepat atau *dental stone* yang memiliki *setting time* yang pendek hal ini dapat memungkinkan adonan yang mengeras sebelum

operator dapat memanipulasinya dengan baik. Sebaliknya jika jangka waktu reaksi yang terlalu lama, maka dibutuhkan waktu yang lama pula untuk reaksi pengerasan selesai (Anusavice KJ, 2003 ; Craig RG dan Powers JM, 2000).

Terdapat tiga tahap *setting time* dalam proses pengerasannya.

1. Tahap pertama adalah waktu pengadukan. Waktu pengadukan adalah waktu yang dihitung dari penambahan bubuk dengan air sampai dengan pengadukan yang sempurna hingga didapatkan adonan gips yang halus dan *semifluid*. Pengadukan secara manual dengan tangan menggunakan spatula biasanya memerlukan waktu satu menit untuk memperoleh adukan yang halus (Anusavice KJ, 2003).
2. Tahap kedua adalah waktu kerja. Waktu kerja adalah waktu yang tersedia untuk menggunakan adukan untuk dilakukan beberapa manipulasi. Misalnya menuangkan adukan ke dalam cetakan dan membersihkan adukan yang tersisa sampai adukan gipsium belum mengeras. Umumnya waktu kerja yang dibutuhkan adalah 3 menit (Anusaive KJ, 2003 ; Craig RG *et al*, 2000).
3. Tahap ketiga adalah waktu pengerasan. Waktu pengerasan dibagi menjadi 3 bagian. Terdapat waktu pengerasan awal, waktu pengerasan tengah, waktu pengerasan akhir. Waktu pengerasan awal dapat diketahui dengan melakukan pengujian *gillmore*. Adukan *dental stone* diletakkan pada alat *Vicat*, kemudian jarum direndahkan sampai ke permukaan adukan. Waktu pengerasan awal didapat apabila jarum tidak meninggalkan jejak pada permukaan adukan. Masih menggunakan alat *Vicat*, jarum dengan tongkat *plügger* diperberat dan berkontak dengan adukan. Tunggu beberapa saat sampai adukan tidak lagi

mengkilap, kemudian plugger dilepaskan. Waktu yang terdapat sampai jarum tidak lagi menembus dasar adukan dinamakan waktu pengerasan tengah. Selanjutnya dengan metode yang sama dengan uji waktu pengerasan tengah, namun menggunakan plugger yang lebih berat, waktu pengerasan akhir didapatkan (Anusavice KJ, 2003 ; Craig RG *et al* 2000).

2.3.1 Ciri-ciri Model Siap Digunakan

Suatu model baik model kerja atau model studi dapat digunakan apabila reaksi telah selesai dan model kerja atau model studi dapat dikeluarkan dari cetakan dan dapat digunakan dalam praktik kedokteran gigi. Ini merupakan pengukuran waktu yang subjektif dan tidak ada penelitian khusus tentang hal ini, namun dibutuhkan kemampuan menilai kesiapan berdasarkan pengalaman. Secara teknis, reaksi akan mengeluarkan panas dan perlahan-lahan menjadi dingin. Pada saat model menjadi dingin, model tersebut dapat dikeluarkan dari cetakan. Kriteria lain dapat dijadikan acuan adalah waktu dimana sedikitnya suatu model tersebut memiliki kekuatan kompresi sebesar 80% dan biasanya didapat setelah satu jam. Namun kebanyakan produk gipsum modern, hal tersebut dapat dicapai dalam jangka waktu 30 menit dihitung dari waktu pengadukan (Anusavice KJ, 2003 ; Craig RG dan Powers JM, 2000).

2.3.2 Pengendalian *Setting Time*

Ada dua metode dalam melakukan pengendalian pengerasan:

1. Meningkatkan dan mengurangi kelarutan hemihidrat. Misalnya bila kelarutan hemihidrat ditingkatkan, kejenuhan kalsium sulfat akan lebih besar.
2. Meningkatkan dan mengurangi jumlah nukleus kristalisasi. Semakin besar jumlah nukleus kristalisasi, semakin cepat terbentuk kristal gipsium dan semakin cepat pula pengerasan massa yang terjadi karena terbentuk jalinan ikatan kristalin.

Dalam praktiknya, metode diatas telah disatukan dalam produk yang telah disediakan pabrik. Operator dapat mengubah waktu pengerasan dalam batasan tertentu dengan mengubah perbandingan air dan bubuk dan waktu pengadukan. Metode lain yang dapat mengendalikan waktu pengerasan anatara lain (Anusavice KJ, 2003 ; Craig RG *et al*, 2000, Gladwin Marcia *et al*, 2013) :

a. Ketidakmurnian

Bila proses pengapuran tidak sempurna dan masih ada partikel gipsium yang masih tersisa, waktu setting akan diperpendek karena peningkatan kristalisasi nukleus (Anusavice KJ, 2003).

b. Kehalusan

Ukuran partikel hemihidrat yang lebih halus, dan kecepatan pengadukan yang ditingkatkan semakin cepat waktu setting yang dibutuhkan. Tidak hanya kecepatan kelarutan hemihidrat yang meningkat, tetapi juga nukleus gipsium lebih banyak, karena kristalisasi terbentuk lebih cepat (Craig RG *et al*, 2000).

c. Perbandingan Air dan Bubuk

Semakin banyak air yang digunakan untuk pengadukan, semakin sedikit jumlah nukleus kristalisasi yang terbentuk. Akibatnya, *setting time* diperpanjang (Anusavice KJ, 2003)

d. Pengadukan

Semakin lama dan semakin tinggi *dental stone* diaduk, maka semakin pendek *setting time*. Sebagian kristal *dental stone* terbentuk langsung ketika bubuk berkontak dengan air. Begitu pengadukan dimulai, pembentukan kristalisasi meningkat. Pada saat yang sama, kristal-kristal diputuskan oleh spatula pengaduk dan didistribusikan merata dalam adukan dengan hasil pembentukan lebih banyak nukleus kristalisasi (Anusavice KJ, 2003)

e. Penambahan bahan akselerator dan retarder

Salah satu metode yang paling praktis dalam mengendalikan *setting time* adalah penambahan bahan kimia tertentu pada adukan stone gigi. Bila bahan kimia yang ditambahkan dengan tujuan mempercepat *setting time* maka disebut dengan akselerator. Sebaliknya bila bahan kimia ditambahkan guna memperlambat waktu pengerasan disebut dengan retarder. Retarder bekerja dengan membentuk lapisan penyerap hemihidrat untuk mengurangi kelarutan dan menghambat pertumbuhan kristalisasi gipsum yang terbentuk. Bahan organik seperti garam, lem, dan gelatin bersifat retarder. Garam bersifat retarder dalam jumlah yang banyak. Garam dalam

jumlah yang sedikit yang kurang dari 2% bertindak sebagai aselerator (Craig RG et al, 2000 ; Anusavice KJ, 2003).

2.4 Kekuatan Kompresi

Kekuatan *dental stone* umumnya dinyatakan dalam istilah kekuatan kompresi. Kekuatan *dental stone* dikenal menjadi dua macam yaitu kekuatan basah dan kekuatan kering. Kekuatan basah adalah kekuatan yang diperoleh bila kelebihan air yang dibutuhkan untuk hidrasi hemihidrat tertinggal dalam model. Bila model dikeringkan dari kelebihan air, maka akan didapatkan kekuatan kering. Kekuatan kering memiliki kekuatan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kekuatan basah. Efek pengeringan pada kekuatan model dapat dilihat dari tabel. Dalam 24 jam terdapat 0,6% air yang hilang, namun diperoleh kekuatan yang berlipat ganda dibanding pada kekuatan basah (Anusavice KJ, 2003 ; Craig RG et al, 200, Ghandi Nitasha et al, 2013).

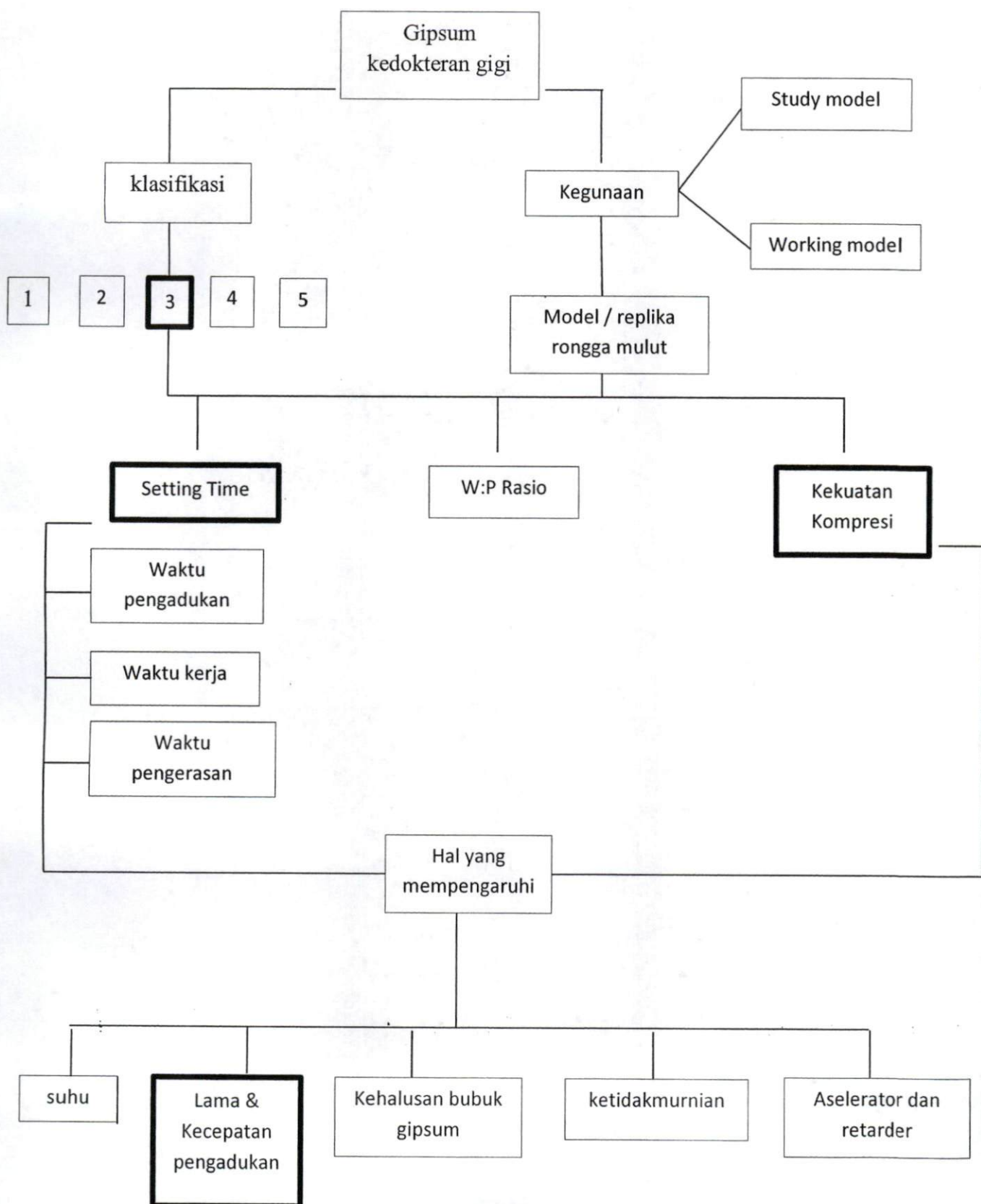
Tabel 2.2. Efek W:P Rasio dan Waktu Pengadukan pada Kekuatan *Dental Stone* (Anusavice KJ, 2003)

Efek W:P Rasio dan Waktu Pengadukan pada Kekuatan <i>Dental Stone</i>				
No	W:P Rasio	Waktu Pengadukan (menit)	Kekuatan (kering)	
			MPa	psi
1	0,45	0,5	23,4	3400
2	0,45	1,0	26,2	3800
3	0,60	1,0	17,9	2600
4	0,60	2,0	13,8	2000
5	0,80	1,0	11,0	1600

Pada saat tetesan air yang terakhir yang keluar, kristal-kristal *stone* yang halus mengendap. Hal tersebut dapat mengendapkan kristal-kristal yang lebih

besar. Jika kembali ditambahkan air, kristal-kristal kecil akan larut kembali dan mempengaruhi pengendapan kristal yang lebih besar. Semakin besar perbandingan air dan bubuk, semakin besar pula sifat porositas. Artinya, semakin besar perbandingan air dan bubuk maka akan semakin kecil kekuatan kering suatu model gipsum (Anusavice KJ, 2003 ; Craig RG dan Powers JM, 2000 Jassim K Tameem, 2012).

2.5 Kerangka teori



2.6 Penjelasan Kerangka Teori

Gypsum dalam bidang kedokteran berguna dalam pembuatan model studi dan model kerja yang dipakai untuk melihat gambaran rongga mulut manusia seperti susunan gigi geligi, jaringan lunak dan jaringan keras. Gypsum kedokteran gigi diklasifikasikan menjadi lima tipe. Tipe I adalah *dental plaster* yang biasa digunakan untuk pencetakan. Tipe II adalah *dental plaster* untuk pembuatan model studi. Tipe III adalah *dental stone* untuk pembuatan model kerja. Tipe IV adalah *dental stone* untuk pembuatan *die*, dengan kekuatan besar dan ekspansi rendah. Tipe V adalah *dental stone* untuk pembuatan *die*, kekuatan besar namun memiliki ekspansi tinggi.

Gypsum kedokteran gigi memiliki sifat-sifat seperti *setting time*, perbandingan air dan bubuk dan kekuatan kompresi. Faktor tersebut berpengaruh dalam menentukan mutu suatu model studi dan model kerja. *Setting time* adalah waktu yang dibutuhkan pada saat bubuk dicampur dengan air dari proses pengadukan sampai adonan tersebut mengeras dan dapat dikeluarkan dari tempatnya. *Setting time* dibagi menjadi tiga yaitu waktu pengadukan, waktu kerja, dan waktu pengerasan.

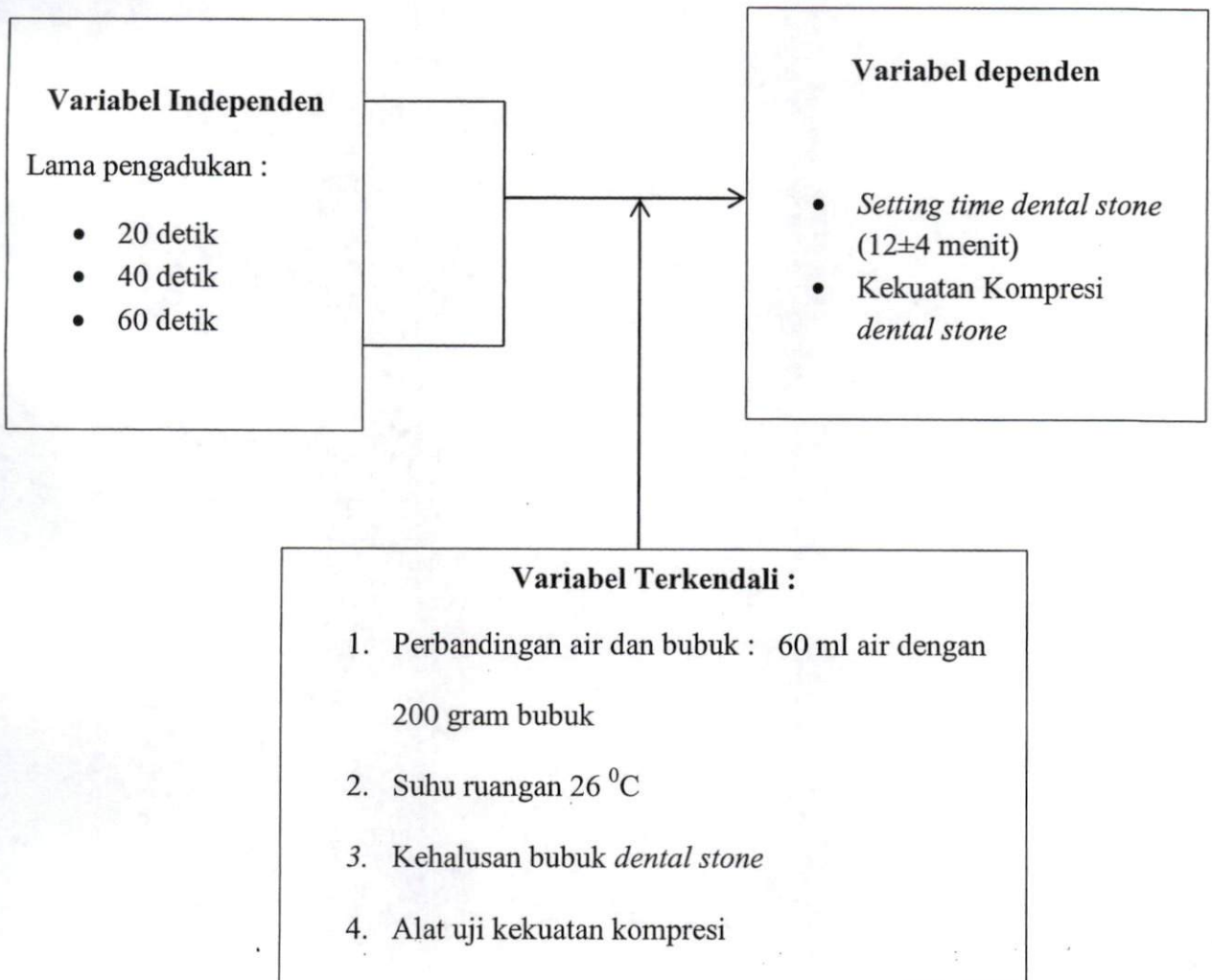
Dalam praktiknya, *setting time*, perbandingan air dan bubuk dan kekuatan kompresi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, lama pengadukan, kehalusan bubuk gipsom, ketidakmurnian dan penambahan aselerator dan retarder. Faktor tersebut jika dimanipulasi dapat mempengaruhi *setting time* dan

kekuatan kompresi yang nantinya juga menentukan kualitas model studi dan model kerja yang dihasilkan.

BAB III

KERANGKA KONSEP

3.1 Kerangka Konsep



3.2 Identifikasi Variabel

- a. Variabel independen : Lama pengadukan
- b. Variabel dependen : *Setting time dental stone*
Kekuatan kompresi *dental stone*.
- c. Variabel Terkendali :
 - Perbandingan air dan bubuk dental stone yaitu 60 ml air dicampur dengan 200 gram bubuk
 - Suhu ruangan 26 °C
 - Kehalusan bubuk *dental stone*
 - Alat uji kekuatan kompresi *Compression Stregth Test*

3.3 Definisi Operasional

3.3.1 Lama Pengadukan

1. Pengadukan 20 detik menggunakan *mixer*

Defenisi : Waktu pengadukan yang dibutuhkan selama 20 detik menggunakan *mixer* di hitung dari bubuk gipsum berkontak dengan air hingga tercampur dengan sempurna.

2. Pengadukan 40 detik menggunakan *mixer*

Defenisi : Waktu pengadukan yang dibutuhkan selama 40 detik menggunakan *mixer* di hitung dari bubuk

gypsum berkontak dengan air hingga tercampur dengan sempurna.

3. Pengadukan 60 detik menggunakan *mixer*

Defenisi : Waktu pengadukan yang dibutuhkan selama 60 detik menggunakan *mixer* di hitung dari bubuk gypsum berkontak dengan air hingga tercampur dengan sempurna.

b. Alat ukur : *Stopwatch* dan *mixer*

c. Skala ukur : Ordinal

d. Hasil ukur : Detik

3.3.2 *Setting Time*

a. Defenisi : Waktu yang dibutuhkan pada saat bubuk dicampur dengan air dari proses pengadukan sampai adonan tersebut mengeras dan dapat dikeluarkan dari tempatnya.

b. Cara ukur : Menggunakan *stopwatch*. Mencatat waktu mulai dari bubuk berkontak dengan air dan mengukur dengan alat *Vicat* dengan jarum *Gillmore*. Mencatat waktu sampai adonan mengeras dan mengeluarkan panas, kilap menghilang dan

model menjadi dingin serta dapat dikeluarkan dari mold basis segitujuh.

- c. Alat ukur : *Stopwatch* dan Alat *Vicat* dengan jarum *Gillmore*
- d. Hasil ukur : 12 ± 4 Menit (rata-rata *setting time dental stone*)
- e. Skala ukur : Ordinal

3.3.4 Kekuatan Kompresi

- a. Defenisi : Kekuatan dan ketahanan model dental stone terhadap abrasi dan fraktur yang dihasilkan pada saat model telah mengeras.
- b. Cara pengukuran : Tes uji kekuatan kompresi
- c. Alat ukur : *Compression strenght test*
- d. Hasil ukur : *Dental stone* (kekuatan kering) = 50-100 Mpa
- e. Skala ukur : Ordinal

Hipotesis :

Terdapat hubungan antara lama pengadukan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah ekperimental laboratoris dengan desain *post test experimental*.

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Ruang Skills Lab Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas dan Laboratorium Material dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, pada bulan November 2014.

4.3 Sampel

4.3.1 Sampel

Sampel penelitian adalah model segitujuh dan model tabung *dental stone* merek Bei yuan.

4.3.2 Kriteria Sampel

- a. Kriteria inklusi : Model segitujuh dan model tabung *dental stone* yang bebas porus.
- b. Kriteria ekslusi : Model segitujuh dan model tabung *dental stone* yang berporus.

4.3.3 Besar Sampel

Jumlah sampel penelitian menggunakan rumus Frederer sebagai berikut :

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

Keterangan :

t : jumlah perlakuan

r : jumlah sampel

Dalam penelitian ini akan diberikan empat perlakuan dari masing masing model gips dental yaitu perbandingan kecepatan pengadukan 60 putaran, 90 putaran, dan 120 putaran selama 1 menit terhadap waktu setting dental stone tipe III. sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(3-1)(r-1) \geq 15$$

$$2r-3 \geq 15$$

$$2r \geq 18$$

$$r \geq 9$$

Jadi jumlah sampel minimal adalah sembilan dengan tiga jenis perlakuan. Total sampel yang dibutuhkan adalah sebanyak 27 buah model *dental stone*.

4.4 Alat dan bahan

4.4.1 Alat penelitian

1. Mold basis segi tujuh
2. *Rubber bowl*
3. Spatula
4. Vibrator
5. *Hand scoon* dan masker
6. *Stop watch*
7. Alat uji *Vicat penetrometer*
8. Jarum *Gillmore*
9. Alat uji kekuatan kompresi *compression strength test*
10. Timbangan
12. Sendok takar
13. *Mixer*
14. Amplas halus dan kasar

4.4.2 Bahan penelitian

1. *Dental stone* merek Beiyuan
2. Air

4.5 Prosedur Penelitian

Penelitian akan dilakukan dengan prosedur kerja sebagai berikut :

- a. Pembuatan model *dental stone* dan mencatat *setting time dental stone*

1. Menakar bubuk dan air sesuai dengan aturan pabrik yaitu sebanyak 60 ml air dicampur dengan 200 gram bubuk dental stone. Terlebih dahulu 60 ml air dimasukkan kedalam *rubber bowl* kemudian 200 gram bubuk dimasukkan perlahan-lahan kedalam *rubber bowl* untuk menghindari terjebaknya gelembung udara. Menghidupkan stopwatch sesaat setelah bubuk dental stone telah tercampur sempurna dengan air.
2. Mulai melakukan pengadukan dengan alat *mixer* dengan perlakuan pertama selama 20 detik, perlakuan kedua selama 40 detik, dan perlakuan ketiga selama 60 detik.
3. Meletakkan adonan yang telah terbentuk diatas vibrator selama 10 detik untuk menghilangkan gelembung udara yang terjebak selama pengadukan.
4. Menuang ke dalam mold atau wadah basis segi tujuh.
5. Menghitung *initial setting time dental stone* dengan *stopwatch* dan alat *Vicat* yang menggunakan pemberat jarum *Gillmore*. Penghitungan dimulai saat bubuk *dental stone* berkontak dengan air. Adonan *dental stone* diletakkan dibawah jarum *Gillmore* dengan berat beban $\frac{1}{4}$ pound, dan penampang jarum $\frac{1}{12}$ inch. Kemudian menusuk permukaan adonan *dental stone* dengan cepat dan mengangkat jarum kembali. mengulangi penusukan setiap 30 detik sekali sambil memutar model agar didapatkan tempat tusukan yang berbeda. melakukan gerakan ini sampai jarum tidak dapat mensuk permukaan model *dental stone*. Pencatatan waktu dihentikan.

6. Menghitung *final setting time* dengan *stopwatch* dan alat *Vicat* yang menggunakan pemberat jarum *Gillmore*. Mengganti jarum *Gillmore* berukuran $1/24$ inch. Prosedur sama dengan pengujian *initial setting time*.
7. Memoles model dengan amplas kasar, kemudian dilanjutkan dengan amplas halus hingga didapatkan permukaan model halus.
8. Model gips yang telah mengeras didiamkan selama 24 jam agar model tersebut benar-benar kering.
- b. Uji kekuatan kompresi dengan alat *Compression Strength Test*.
9. Model yang telah kering, siap dilakukan uji kekuatan kompresi dengan alat *Compression Stregth Test*.
10. Mencatat hasil yang didapat pada uji kekuatan kompresi dengan alat *Compression Stregth Test* pada masing-masing model dengan perlakuan yang berbeda-beda.

4.6 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

a. *Editing*

Merupakan kegiatan melakukan pengecekan dan perbaikan data yang salah sehingga memenuhi persyaratan untuk pengolahan data selanjutnya.

b. *Coding*

Melakukan pemberian kode-kode tertentu dengan tujuan untuk mempersingkat dan mempermudah pengolahan data.

c. Entry Data

Data yang telah diedit dan diberi kode kemudian diproses kedalam program statistik.

d. Cleaning Data

Melihat kembali data yang telah dimasukkan atau sudah diperiksa, baik dalam pengkodean maupun *entry data*.

4.7 Teknik dan Analisis Data

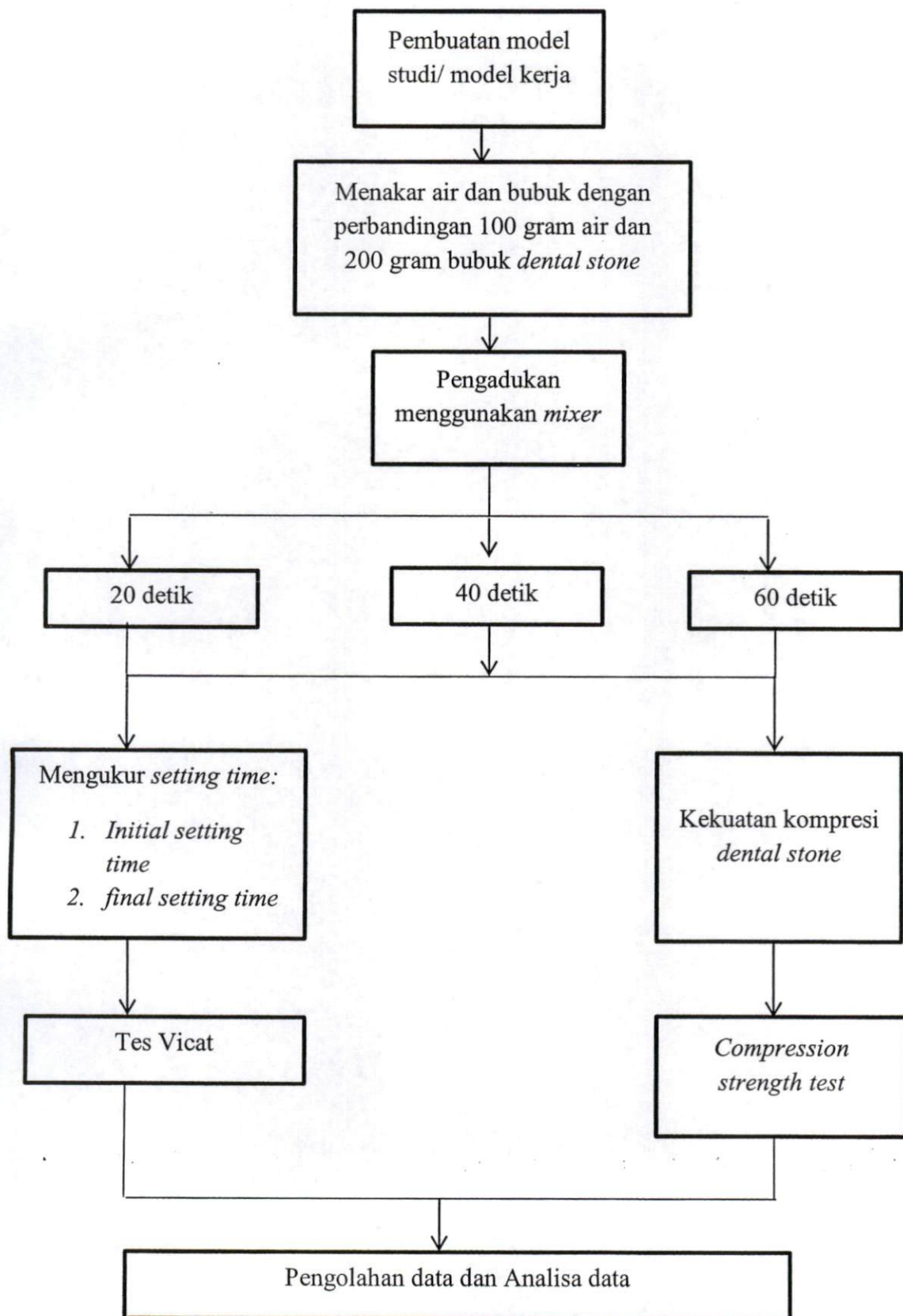
a. Analisis Univariat

Analisa ini bertujuan untuk mendeskripsikan distribusi data masing-masing variabel independen (lama pengadukan) dengan variabel dependen (*setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*).

a. Analisis Bivariat

Analisa data yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan uji One-Way ANOVA.

4.8 Alur Penelitian



BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1 Gambaran Umum

Penulis telah melakukan penelitian mengenai hubungan lama pengadukan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Material dan Struktur Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas pada tanggal 12 Januari dan 13 Januari 2015. Bahan uji yang digunakan adalah *dental stone* yang diaduk menggunakan *mixer* dengan kecepatan pengadukan 150 rpm dan diaduk sebanyak tiga perlakuan, yaitu pengadukan selama 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan lama pengadukan dengan *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*.

5.2 Hasil Eksperimen

Lama pengadukan *dental stone* 20 detik, 40 detik, dan 60 detik mempengaruhi kecepatan *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*. Peningkatan lama pengadukan *dental stone* mempercepat *setting time* dan meningkatkan kekuatan kompresi *dental stone*. Hasil pengujian *setting time dental stone* didapat dengan menggunakan alat *Vicat Penetrometer* dan *stopwatch*. Hasil pengujian kekuatan kompresi *dental stone* didapat dengan menggunakan alat *Compression Strength Test*.

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan lama pengadukan dengan kecepatan *setting time* dan kekuatan kompresi. Hal ini dibuktikan dengan semakin lama waktu pengadukan, maka akan semakin cepat *setting time* dan akan semakin kuat kekuatan kompresi *dental stone*. Namun pada saat lama pengadukan 60 detik, kekuatan kompresi *dental stone* menjadi menurun. Pengadukan selama 60 detik menggunakan *mixer* akan menghancurkan kristal dihidrat yang telah terbentuk, sehingga kekuatan kompresi *dental stone* menjadi lebih rendah jika dibandingkan dengan lama pengadukan selama 40 detik.

5.3 Hasil Analisa Data

Uji statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah *One way-Anova* karena data yang dihubungkan adalah data numerik yaitu *setting time* dan kekuatan kompresi dengan data kategorik yang lebih dari dua kelompok yaitu lama pengadukan selama 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Sebelumnya dilakukan uji normalitas terlebih dahulu dengan uji *One Sample Shapiro-Wilk Test* untuk melihat data terdistribusi normal atau tidak.

Tabel 5.1 Rata-rata lama pengadukan terhadap *setting time dental stone*.

	Lama pengadukan	N	Minimum	Maximum	Mean
setting time	20 detik				9,91469
	40 detik	27	4,50	11,25	7,05328
	60 detik				5,05890

Data dari tabel 5.1 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kecepatan *setting time* dan kekuatan kompresi saat lama pengadukan ditingkatkan. Rata-rata *setting time* saat pengadukan selama 20 detik adalah 9 menit 91 detik. Rata-rata *setting time* saat pengadukan selama 40 detik adalah 7 menit 5 detik. Rata-rata *setting time* saat pengadukan selama 60 detik adalah 5 menit 5 detik. Peningkatan kekuatan kompresi juga terlihat dalam tabel 5.3 saat waktu pengadukan ditingkatkan.

Tabel 5.2 Rata-rata lama pengadukan terhadap kekuatan kompresi *dental stone*.

	Lama pengadukan	N	Minimum	Maximum	Mean
	20 detik				19,41
Kekuatan kompresi	40 detik	27	17,90	27,80	22,95
	60 detik				21,71

Rata-rata kekuatan kompresi saat pengadukan selama 20 detik adalah 19,41 Mpa. Rata-rata kekuatan kompresi saat pengadukan selama 40 detik adalah 22,95 Mpa. Rata-rata kekuatan kompresi saat pengadukan selama 60 detik adalah 21,71 Mpa. Terjadi penurunan kekuatan dari 60 detik pengadukan terhadap 40 detik pengadukan. Penambahan waktu pengadukan akan menurunkan kekuatan kompresi karena kristal dihidrat yang telah terbentuk dipecah oleh spatula pengaduk.

Tabel 5.3 Hasil uji beda lanjut *Least Significant Difference* (LSD) lama pengadukan 20 detik, 40 detik dan 60 detik terhadap *setting time*.

Lama pengadukan	20 detik	40 detik	60 detik
20 detik	0,000	0,000	0,000
40 detik	0,000	0,000	0,000
60 detik	0,000	0,000	0,000

Dari tabel 5.3 merupakan hasil uji statistik dengan menggunakan uji beda lanjut (LSD) yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan *setting time* yang dilakukan pengadukan selama 20 detik dengan 40 detik, yaitu sebesar $p=0,000$. Perbedaan *setting time* yang dilakukan selama 20 detik dengan 60 detik yaitu sebesar $p=0,000$.

Tabel 5.4 Hasil uji beda lanjut *Least Significant Difference* (LSD) lama pengadukan 20 detik, 40 detik dan 60 detik terhadap kekuatan kompresi.

Lama pengadukan	20 detik	40 detik	60 detik
20 detik	0,000	0,001	0,039
40 detik	0,001	0,000	0,349
60 detik	0,039	0,349	0,000

Dari tabel 5.4 merupakan hasil uji statistik dengan menggunakan uji beda lanjut (LSD) yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan kekuatan kompresi yang dilakukan pengadukan selama 20 detik dengan 40 detik, yaitu sebesar

$p=0,001$. Perbedaan kekuatan kompresi yang dilakukan pengadukan selama 20 detik dengan 60 detik yaitu sebesar $p=0,039$. Perbedaan kekuatan kompresi yang dilakukan pengadukan selama 40 detik dengan 20 detik yaitu sebesar $p=0,001$. Perbedaan kekuatan kompresi yang dilakukan pengadukan selama 40 detik dengan 60 detik yaitu sebesar $p=0,349$. Perbedaan kekuatan kompresi yang dilakukan pengadukan selama 60 detik dengan 20 detik yaitu sebesar $p=0,039$. Perbedaan kekuatan kompresi yang dilakukan pengadukan selama 60 detik dengan 40 detik yaitu sebesar $p=0,349$. Dapat ditarik kesimpulan terdapat perbedaan signifikan antara pengadukan selama 20 detik, 40 detik dan 60 detik ($p<0,05$). Namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pengadukan selama 40 detik dengan 60 detik ($p<0,05$). kekuatan kompresi tertinggi didapat pada pengadukan selama 40 detik dibandingkan pengadukan selama 20 detik dan 60 detik.

BAB VI

PEMBAHASAN

Bubuk *dental stone* dimanipulasi dengan air akan menghasilkan suatu campuran homogen yang semakin lama semakin mengeras. Campuran *dental stone* memerlukan waktu tertentu untuk mengeras sempurna. Waktu yang dibutuhkan saat bubuk bercampur dengan air sampai bahan mengeras disebut dengan *setting time*. Kecepatan *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone* dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satu faktor tersebut adalah lama pengadukan (Fitriyani S dan Chismirina S, 2009 ; Anusavice KJ, 2003)

Waktu pengerasan *dental stone* dipengaruhi oleh perbandingan antara air dan bubuk *dental stone*. Penggunaan air yang berlebihan dapat menyebabkan jumlah kristalisasi menjadi lebih sedikit sehingga *setting time* menjadi lebih lama.

Setting time dental stone dipengaruhi oleh kehalusan. Semakin halus ukuran partikel hemihidrat, semakin cepat adukan mengeras. Tidak hanya kecepatan kelarutan hemihidrat menjadi meningkat, tetapi juga nukleus gipsum lebih banyak, karena itu kecepatan kristalisasi terjadi lebih cepat.

Setting time dental stone dipengaruhi oleh retarder dan akselerator. Hal paling efektif dalam mengontrol *setting time dental stone* adalah dengan memberikan bahan kimia pada pencampuran *dental stone*. Jika bahan kimia yang ditambahkan menurunkan *setting time*, itu disebut akselerator, jika meningkatkan *setting time* maka itu disebut retarder.

Setting time dental stone dipengaruhi oleh kecepatan dan lama pengadukan. Semakin lama dan semakin cepat suatu *dental stone* diaduk, semakin pendek waktu yang dibutuhkan untuk *dental stone* mengeras. Sebagian kristal *dental stone* terbentuk langsung ketika bubuk berkontak dengan air. Saat pengadukan dimulai pembentukan kristal meningkat, pada saat yang sama kristal-kristal diputuskan oleh spatula pengaduk dan didistribusikan merata dalam adukan dengan hasil pembentukan lebih banyak nukleus kristalisasi. Hal inilah yang menyebabkan *setting time* menjadi pendek (Anusavice KJ, 2003 ; Craig RG, 2000)

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 5.1 didapat rata-rata *setting time* dengan pelakuan lama pengadukan 20 detik, 40 detik, dan 60 detik secara berturut-turut adalah 9 menit 91 detik, 7 menit 5 detik, dan 5 menit 5 detik. Terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata *setting time* dengan pengadukan yang lebih lama dibandingkan *setting time* dengan pengadukan yang relatif lebih singkat. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu pengadukan maka pembentukan kristal dihidrat semakin banyak terbentuk sehingga *setting time* menjadi lebih pendek. Rata-rata *setting time dental stone* adalah 12 ± 4 menit. (Anusavice KJ, 2003)

Kekuatan kompresi *dental stone* berbanding lurus dengan lama pengadukan. Semakin lama *dental stone* diaduk, semakin tinggi kekuatan kompresi suatu model *dental stone*. Waktu pengadukan yang dianjurkan untuk memanipulasi *dental stone* adalah selama 1 menit jika *dental stone* dimanipulasi secara manual dengan tangan menggunakan spatula dan *rubber bowl*. Waktu

pengadukan yang dianjurkan untuk memanipulasi *dental stone* jika bubuk diaduk dengan menggunakan mesin pengaduk adalah selama 20-30 detik saja (Craig RG, 2000)

Pada penelitian ini bubuk *dental stone* diaduk menggunakan mesin pengaduk *mixer* dengan kecepatan adukan 150 rpm dengan tiga perlakuan selama 20 detik, 40 detik dan 60 detik. Dari tabel 5.2 didapatkan rata-rata kekuatan kompresi dengan lama pengadukan 20 detik adalah 19,41 Mpa. Rata-rata kekuatan kompresi dengan lama pengadukan 40 detik adalah 22,95 Mpa, dan rata-rata kekuatan kompresi dengan lama pengadukan 60 detik adalah 21,71 Mpa. Data yang didapatkan menunjukkan perbedaan yang signifikan kekuatan kompresi dengan lama pengadukan yang lebih lama dibandingkan kekuatan kompresi dengan lama pengadukan yang relatif singkat.

Tabel 5.2 menunjukkan lama pengadukan 20 detik, 40 detik, dan 60 detik meningkatkan kekuatan kompresi *dental stone* secara signifikan. Namun, pada perlakuan selama 60 detik terjadi penurunan kekuatan kompresi jika dibandingkan dengan perlakuan selama 40 detik. Hal ini dapat dijelaskan, lama pengadukan yang dianjurkan jika menggunakan *mixer* pengaduk adalah 20-30 detik. Pengadukan yang lebih lama akan mempercepat pembentukan kristalisasi dihidrat sehingga *setting time* diperpendek dan kekuatan kompresi lebih tinggi. Kekuatan kompresi suatu *dental stone* bergantung pada banyaknya kristal dihidrat yang terbentuk. Semakin banyak kristal dihidrat yang terbentuk saat pengadukan, semakin tinggi pula kekuatan kompresi yang dihasilkan. Namun jika waktu pengadukan diperpanjang, kristal dihidrat yang sudah terbentuk akan diputus

kembali oleh spatula pengaduk. Hal inilah yang menyebabkan kekuatan kompresi menjadi berkurang (Anusavice KJ, 2003 ; Craig RG 2000)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Shereen Azer *et al*, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pengadukan menggunakan *vacuum mixing* dan pengadukan manual dengan tangan. Peningkatan kekuatan kompresi terjadi setelah 24 jam dan terdapat perbedaan yang signifikan antara pengadukan menggunakan *vacuum mixing* dan pengadukan manual dengan tangan (Azer S. Shereen *et al*, 2008)

Kekuatan kompresi *denal stone* rata-rata adalah 20,7 Mpa (3000 psi), namun tidak melebihi 34,5 (5000 psi). Kekuatan ini cukup untuk pekerjaan laboratoris seperti pembuatan pola malam dan pembuatan piranti ortodonti. Selain itu, *dental stone* juga digunakan untuk pembuatan konstruksi protesa, karena protesa lebih mudah dikeluarkan setelah proses selesai (Anusavice KJ, 2003 ; Gladwin Marcia dan Bagby Michael, 2013)

6.1 Keterbatasan Penelitian

Dalam melakukan penelitian tentang hubungan lama pengadukan terhadap *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone* ini memiliki beberapa keterbatasan penelitian diantaranya:

1. keterbatasan besar model *dental stone* yang akan diuji. Sebaiknya dibuat dalam bentuk balok. Peneliti membuat dalam bentuk tabung dengan ukuran diameter 4 cm dan tinggi 8 cm.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian mengenai hubungan lama pengadukan dengan *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone* dapat disimpulkan:

1. Terdapat peningkatan *setting time* dengan lama pengadukan 20 detik, 40 detik, dan 60 detik. Semakin lama pengadukan maka akan semakin cepat *setting time* yang diperoleh.
2. Terdapat peningkatan kekuatan kompresi dengan lama pengadukan 20 detik, 40 detik, namun pada pengadukan selama 60 detik terjadi penurunan kekuatan kompresi.
3. Pengadukan yang paling efektif menggunakan *mixer* adalah selama 40 detik, karena menghasilkan *setting time* yang cepat dan kekuatan kompresi tertinggi dibanding waktu 20 detik dan 60 detik.
4. Penambahan waktu pengadukan akan menurunkan kekuatan kompresi karena kristal dihidrat yang telah terbentuk akan terputus oleh spatula pengaduk.

7.2 Saran

a. Bagi peneliti :

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui lebih spesifik mengenai *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*, serta faktor lain yang mempengaruhi *setting time* dan kekuatan kompresi *dental stone*.

b. Bagi praktisi dan mahasiswa kedokteran gigi :

Pengadukan *dental stone* yang efektif jika menggunakan *mixer* adalah 40 detik, karena *setting time* cepat dan kekuatan kompresi lebih tinggi.

KEPUSTAKAAN

- Aiden MK, Ganush RJ, Irish D (2013). The Effect of Gypsum Plaster on The Dry Rate of Emulsion. *J Bagh College Dentistry*. Vol 3, No.11:466-471.
- Abbas M. Shorouq (2009). Effect of Microwave Disinfection on Some Properties of Gypsum Products. *J Bagh College Dentistry*. Vol 4, No.2:21-29.
- Anusavice KJ (2003). *Phillips' Science of Dental Materials*. 11th ed. St. Louis: Elsevier Inc.
- Azer S. Shereen, Kerby E. Ronald, Knobloch A. Lisa (2008). Effect of Mixing Methods on the Physical Properties of Dental Dtones. *Journal of Dentistry*. Vol 36:736-744.
- Bugby A, Jason CJ, Chris B (2008). Effect of Water Temperature to Compressive Strength of Plaster of Paris. *Journal of Dentistry*. Vol 44:322-330.
- Craig RG, Powers JM, Wataha JC (2000). *Dental Materials Properties and Manipulation*. 7th ed. Missouri: Mosby Elsevier.
- Fitriyani S, Subhaini, Chismirina S (2009). Effect of Water Hardness to Compressive Strength on Dental Gypsum (type III and IV). *KPPIKG 2009 15th Scientific Meeting & Refresher Course in Dentistry Faculty of Dentistry University Indonesia*. Oct 14-17; Jakarta, Indonesia. Jakarta : FKG UI. p. 19-26.
- Ghandi Nitasha, Sangur Rajashekhar, Dayakare H.R, GhandiSumir (2013). Effects of Gum Arabic and Calcium Hydroxide on Surface Hardness of type I, Type II, and Type III gypsum products- a comparative study. *Indian Journal of Dental Sciences* Vol.5:18-20.
- Gladwin Marcia, Bagby Michael (2013). *Clinical Aspects of Dental Materials Theory, Practice and Cases*. Ed 4th. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hecker A, Bauman R (2008). *Controlling The Setting Profile of Gypsum Plaster*. DOW Construction Chemicals.

- Harish Bowmann, Stanley C (2001). Comparison of Water and Powder Ratio to Compressive Strength of Die Stone Materials. *American College of Prosthodontics* Vol.89:321-326.
- Hatrick DC, Stephan WE, Bird WF. Dental materials: Clinical Application Dental Assistants and Dental Hygienist 2nd ed. . California. Saunders elsevier.;2011. p. 202- 6.
- Jassim K. Tameem (2012). Comparison of Some Properties Between Commercially Available Gypsums Products. *Tikrit Journal of Dental Sciences*. Vol.1:63-69.
- Lucas Guilherme Mathius, Nogueira Sualdini Sergio (2009). Effect of Incorporation of Disinfectant Solution on Setting Time, Linear Dimensional Stability and Detail Reproduction in Dental Stone Casts. *American College of Prosthodontics* Vol.18:521- 526.
- Marwahyudi. Peranan ilmu komputer dalam perhitungan uji beton di laboratorium. Surakarta.2011. Hal.1-13.
- McCabe JF, Walls AWG (2008). *Applied dental materials*. 9th ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Mohammad A. Qasim, Hasan H. Radhwan (2014). Effects of Different Disinfectant Additives on Compressive Strength of Dental Stone. *Journal of Babylon University*. Vol.5:1686-1695
- Powers JM, Sakaguchi RL (2006). *Craig's Restorative Dental Materials*. Ed 12nd. India: Elseiver.
- Rajesh V, Issaid MA, Idris BA, Elgetlawi M.H. Compressive strength of gypsum product with various sulfates, *J Cairo Dent*;2008;2:199-203.
- Sila, Patri (2012). Pengaruh Perbandingan Air dan Bubuk terhadap Lamanya Waktu Setting Dental Stone. *Unhas Repository [internet]*. 2012 [cited 2014 February 15]. Available from: <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/2266>.

Subramantum R, Pabmanabhan TV (2011). The Effect of Additives and Microwave Oven Drying on the Compression Strength of Type IV Dental Stone. *Indian Journal of Multidisciplinary dentistry*. Vol.6:306-310.

Taqa A Amer, Mohammed Z Nada, Alomari W Alia'a (2012). The Effect of Different Water Types on the Water Powder Ratio of Dental Gypsum Products. *Al-Rafidain Dental Journal*. Vol.1:142-147.

Vyas Rajesh, Issaid Ali Moftah, Idris A. Badr, Elgetlawi Hassan Mohamed (2008). Compressive Strength of Gypsum Product with Various Sulfates. *Cairo Dental Journal*. Vol.2:199-203.

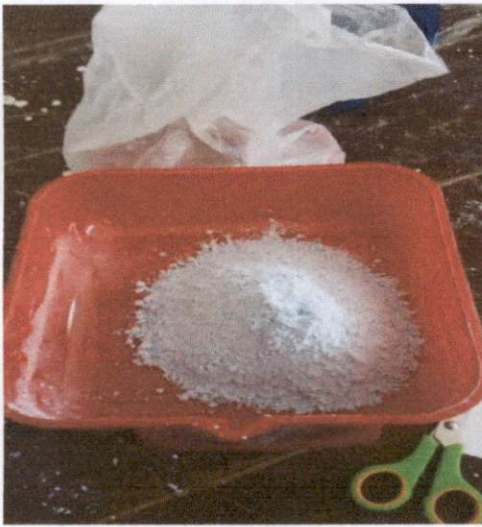
www.chinamedika.com

www.cobradenta.co.id

www.ebay.co.uk

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Foto Penelitian



Menimbang *dental stone* 200 gram



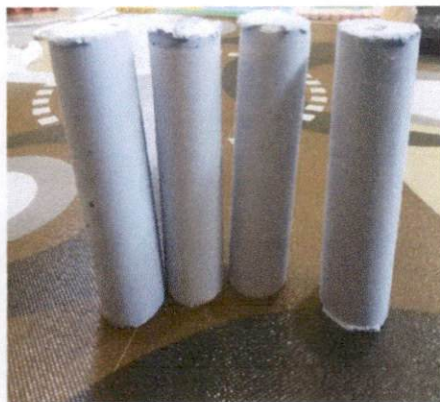
Menakar air 60 ml



Mengaduk *dental stone* dengan *mixer*
20, 40 dan 60 detik



Hasil adukan



Model *dental stone* berbentuk tabung



Model *dental stone* basis segi 7



Pengujian setting time dengan alat *Vicat Penetrometer*



Pengujian kekuatan kompresi dengan alat *Compression Strength Test*

HASIL OLAH DATA SPSS

Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
setting time	20 detik	9	100,0%	0	,0%	9	100,0%
	40 detik	9	100,0%	0	,0%	9	100,0%
	60 detik	9	100,0%	0	,0%	9	100,0%
kekuatan kompresi	20 detik	9	100,0%	0	,0%	9	100,0%
	40 detik	9	100,0%	0	,0%	9	100,0%
	60 detik	9	100,0%	0	,0%	9	100,0%

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
setting time	20 detik	,236	9	,160	,899	9	,024
	40 detik	,278	9	,044	,888	9	,019
	60 detik	,218	9	,200(*)	,887	9	,018
kekuatan kompresi	20 detik	,252	9	,103	,849	9	,037
	40 detik	,205	9	,200(*)	,853	9	,028
	60 detik	,277	9	,044	,844	9	,036

* This is a lower bound of the true significance.
a Lilliefors Significance Correction

ANOVA

kekuatan kompresi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	58,205	2	29,103	8,363	,002
Within Groups	83,520	24	3,480		
Total	141,725	26			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: kekuatan kompresi
Tukey HSD

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
(I) lama pengadukan	(J) lama pengadukan	Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
20 detik	40 detik	-3,54444(*)	,87939	,001	-5,7405	-1,3483	
	60 detik	-2,30000(*)	,87939	,039	-4,4961	-,1039	
40 detik	20 detik	3,54444(*)	,87939	,001	1,3483	5,7405	
	60 detik	1,24444	,87939	,349	-,9517	3,4405	
60 detik	20 detik	2,30000(*)	,87939	,039	,1039	4,4961	
	40 detik	-1,24444	,87939	,349	-3,4405	,9517	

* The mean difference is significant at the .05 level.

ANOVA

setting time

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	107,755	2	53,877	134,732	,000
Within Groups	9,597	24	,400		
Total	117,352	26			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: setting time
Tukey HSD

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
(I) lama pengadukan	(J) lama pengadukan	Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
20 detik	40 detik	2,91667(*)	,29810	,000	2,1722	3,6611	
	60 detik	4,86111(*)	,29810	,000	4,1167	5,6056	
40 detik	20 detik	-2,91667(*)	,29810	,000	-3,6611	-2,1722	
	60 detik	1,94444(*)	,29810	,000	1,2000	2,6889	
60 detik	20 detik	-4,86111(*)	,29810	,000	-5,6056	-4,1167	
	40 detik	-1,94444(*)	,29810	,000	-2,6889	-1,2000	

* The mean difference is significant at the .05 level.

Descriptive Statistics

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
lama pengadukan	27	2	1	3	2,00	,832
setting time						
20 detik	27	6,75	4,50	11,25	9,91469	,12451
40 detik					7,05328	,21270
60 detik					5,05890	,49119
kekuatan kompresi						
20 detik					19,41	,33473
40 detik	27	9,90	17,90	27,80	22,95	,43891
60 detik					21,71	,49088
Valid N (listwise)	27					